

Modelación de sistemas multiagentes con gráficas computacionales  
Gpo 570

**M5**

**Revisión de Avance 2**

Alejandra Coeto Sánchez - A01285221

Alonso Huerta Escalante - A00836072

Luis Adrián Amado Álvarez A01571393

Monterrey, NL.  
27 de enero, 2025

## 1. Introducción

La simulación de multiagentes (MAS por sus siglas en inglés) es un enfoque computacional donde se crean agentes individuales con comportamientos autónomos que interactúan en un entorno simulado. Los agentes pueden representar: Personas, vehículos, semáforos y cualquier entidad relevante.

La movilidad urbana enfrenta diversos retos, y las MAS ofrecen soluciones adaptativas y dinámicas en áreas clave, como la congestión del tráfico, planificación de rutas, eficiencia del transporte público, seguridad peatonal y el flujo peatonal.

Un modelo virtual dinámico que imita las interacciones de los elementos del sistema ofrece una plataforma para probar políticas, tecnologías y diseños urbanos antes de implementarlos en el mundo real. Entre otras cosas, permite la representación realista del entorno urbano, análisis de interacciones complejas, experimentación sin riesgos reales, optimización de recursos urbanos y planificación de escenarios futuros.

## 2. Créditos

| Nombre                    | Puesto       |
|---------------------------|--------------|
| Alonso Huerta Escalante   | Programación |
| Luis Adrián Amado Álvarez | Programación |
| Alejandra Coeto Sánchez   | Programación |

| Nombre          | Fortalezas  | Área de oportunidad   | Expectativas  |
|-----------------|---|---|---|
| Alonso Huerta   | Tengo un poco de experiencia haciendo multithreading en python, lo que puede ayudar con la eficiencia | Nunca he interactuado con modelación 3D, mucho menos con simuladores                  | Al final de este bloque espero poder ser competente en la simulación de agentes inteligentes, a tal punto que pueda hacer simulaciones a gran escala. Espero poder tener un conocimiento competente de modelación 3D. |
| Alejandra Coeto | Experiencia en trabajos colaborativos y el uso de herramientas con python.                            | Poca experiencia con Unity y no tengo experiencia en simulaciones en tres dimensiones | Me gustaría entender los procesos multiagentes a nivel conceptual y de implementación. De igual manera me interesaría conocer más de deep learning y poder implementarlo en la solución del reto.                     |
| Luis Amado      | Tengo experiencia con diferentes herramientas de  | No tengo experiencia trabajando con el proceso de modelado                            | De este bloque espero aprender a utilizar las simulaciones con agentes de manera eficiente para   |

|  |         |   |  |
|--|---------|---|--|
|  | python. | en 3 dimensiones. Tampoco he trabajado mucho con Unity. | poder crear diferentes ambientes y probar combinaciones de parámetros que me puedan ayudar a hacer decisiones en la vida real. |
|--|---------|---|--|

### 3. Contexto y problema

Uno de los problemas más grandes de la movilidad urbana en términos de transporte privado mediante automóviles, es la necesidad de que existan intersecciones entre distintos flujos de tráfico. Hacer esto de una manera inteligente, no solo ayuda a reducir el tiempo de viaje para los pasajeros, sino que también nos ayuda a reducir aspectos como la contaminación y mejorar la seguridad de los peatones.

### 4. Objetivos generales

El objetivo de la investigación es diseñar y evaluar un modelo de movilidad urbana basado en sistemas multiagente para maximizar el flujo vehicular en una ciudad pequeña, analizando el impacto de diferentes estrategias de gestión de tráfico en la eficiencia del transporte diario.

El software simulará un escenario con casas y destinos, donde agentes móviles eligen entre caminar o usar un vehículo para llegar a su destino asignado al inicio de la simulación.

### 5. Parámetros

#### Eficiencia del flujo vehicular y peatonal

- Tiempo promedio de viaje: Tiempo que toma a un vehículo desplazarse de su origen a su destino.
- Velocidad promedio: Velocidad efectiva de los vehículos en distintas zonas de la ciudad.
- Índice de congestión: Número de vehículos en tramos específicos dividido entre la capacidad del tramo.

#### Uso de infraestructura

- Porcentaje de uso de calles principales y secundarias
- Tasa de ocupación de intersecciones
- Tiempo de espera en intersecciones

### 6. Historias de usuario

| ID  | Historia de Usuario   |
|-----|---|
| HU1 | Como cliente, quiero visualizar simulaciones de movilidad urbana para maximizar el flujo vehicular y diseñar estrategias para gestionar el tráfico.     |
| HU2 | Como cliente, quiero que se simule la interacción de peatones, vehículos y semáforos para analizar un entorno de movilidad urbana.                      |
| HU3 | Como cliente, quiero que los peatones se muevan únicamente por las banquetas, zonas de parque e intersecciones, para simular sus movimientos regulares. |

|     |  |
|-----|--|
| HU4 | Como cliente, quiero que los vehículos se muevan únicamente por las calles y se detengan en las intersecciones o peatones para simular el tráfico.                       |
| HU5 | Como cliente, quiero que los semáforos se encuentren programados para gestionar la intersección principal, dando paso a los vehículos y peatones de manera estructurada. |

## 7. Descripción del sistema multiagente

### 7.1. Agentes

#### Móviles

- Peatones

Los agentes de peatones son agentes inteligentes puramente reactivos. Son agentes basados en el objetivo ya que tienen un destino al que quieren llegar.

#### Acciones de los peatones:

- Caminar hacia adelante
- Girar a la izquierda
- Girar a la derecha
- Esperar al semáforo

- Vehículos

Los agentes de vehículos son igualmente agentes inteligentes puramente reactivos. Tienen un origen y un destino, el cual es su objetivo. Por lo tanto, son agentes basados en el objetivo.

#### Acciones de los vehículos:

- Moverse en la dirección de la calle
- Esperar antes del cruce peatonal al semáforo
- Esperar antes del cruce peatonal a que no haya peatones cruzando
- Cruzar una intersección derecho
- Cruzar una intersección girando a la izquierda
- Cruzar una intersección girando a la derecha

#### Objetivos de los agentes móviles

Todos los agentes móviles tendrán una celda objetivo, la cual representará una celda de tipo destino en la cuadrícula.

#### Inmóviles

- Semáforos

Agentes triviales (no inteligentes) con dos posibles estados los cuales cambian acorde al tiempo.

## **7.2. Ambiente**

El ambiente es una cuadrícula con estados. Van a haber obstáculos pero las únicas partes que pueden cambiar son los agentes. Todos los agentes tienen acceso completo a la información de la cuadrícula con la que pueden planear su ruta. Por lo tanto, nuestro ambiente es discreto, estático y accesible.

## **7.3. Interacciones entre agentes y ambiente**

Cada tipo de agente tiene tipos de celdas del ambiente dentro de las cuales tienen permitido transitar. Los peatones pueden pasar sobre las banquetas y los cruces peatonales. Los vehículos pueden pasar sobre las calles y los cruces peatonales. Además, si un vehículo está sobre una celda de tipo calle, ese vehículo solo se podrá mover en la dirección que lo indica esa celda.

## 7.4. Diagramas de los agentes

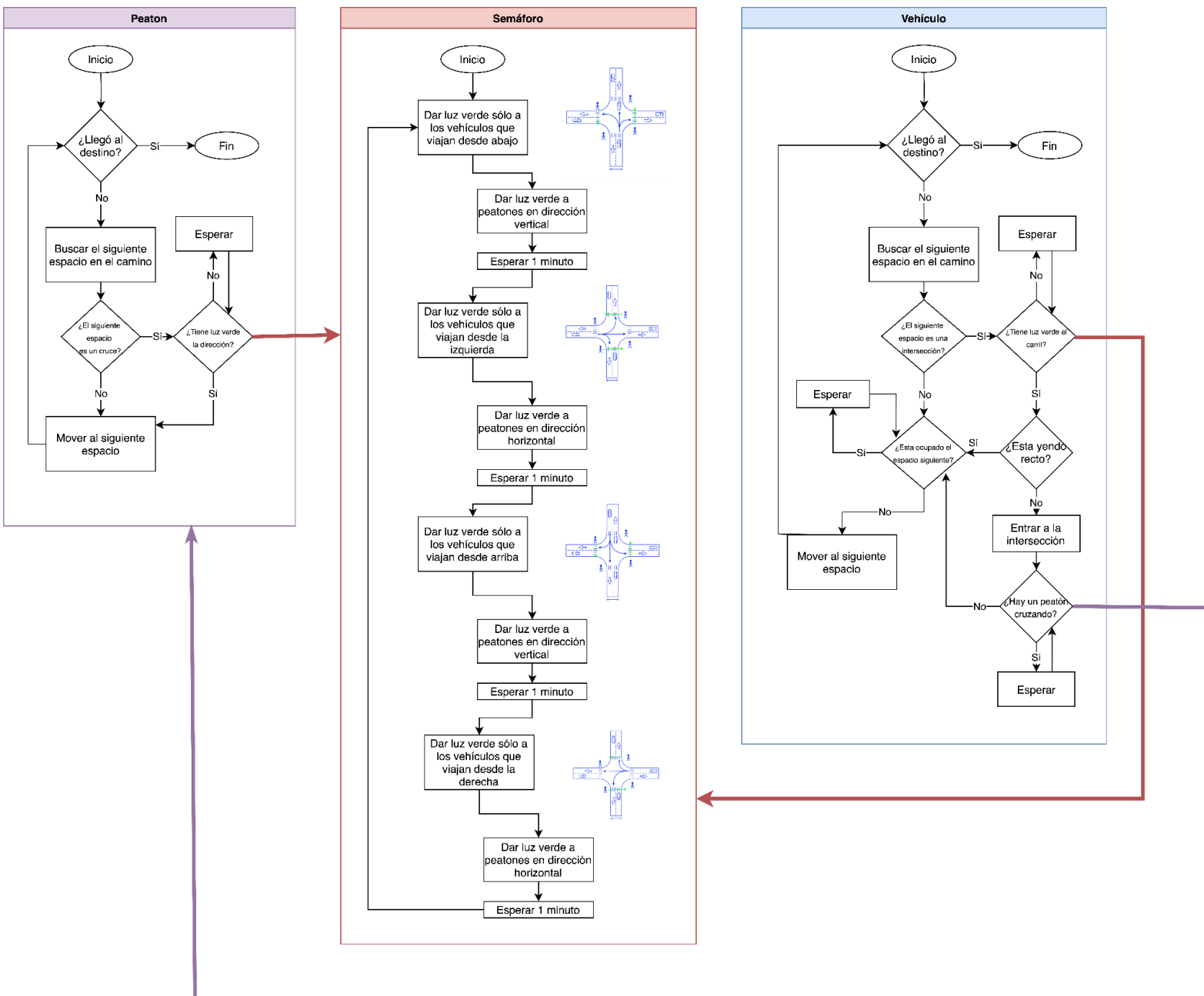
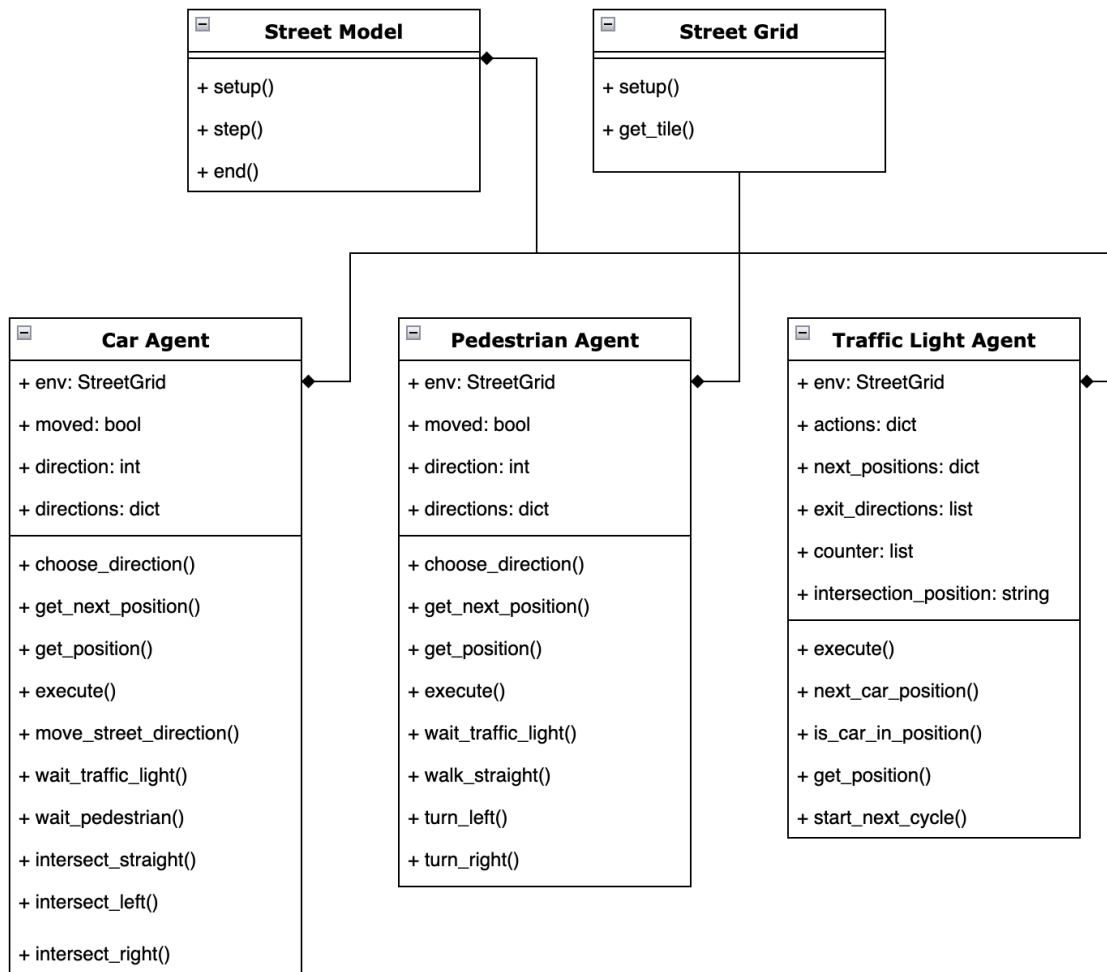
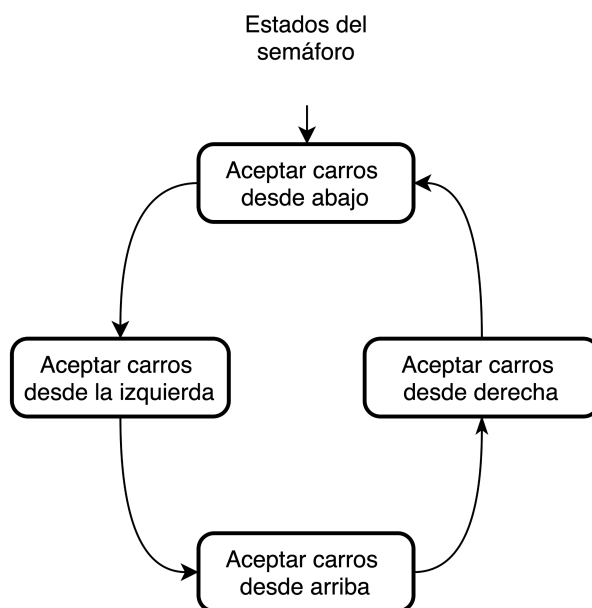


Imagen 1: Diagrama de interacciones entre agentes

[Versión grande](#)



**Imagen 2:** Diagrama de clases



**Imagen 3:** Diagrama de estados del semáforo

## 8. Descripción del modelo gráfico

### 8.1. Escena a modelar

#### Propuesta de escena

Una **cuadrícula** con distintos estados

- *Casas*: una cuadrícula donde habitan los agentes
- *Destinos*: lugar a donde quieren llegar los agentes
- *Calles*: lugares donde se pueden mover los agentes de vehículo
- *Banquetas*: lugares donde se pueden mover los agentes de peatones
- *Cruces peatonales*: lugares donde se pueden mover los agentes de vehículo y los agentes de peatones
- *Obstáculos*: lugares que no clasifican como ninguno de los anteriores

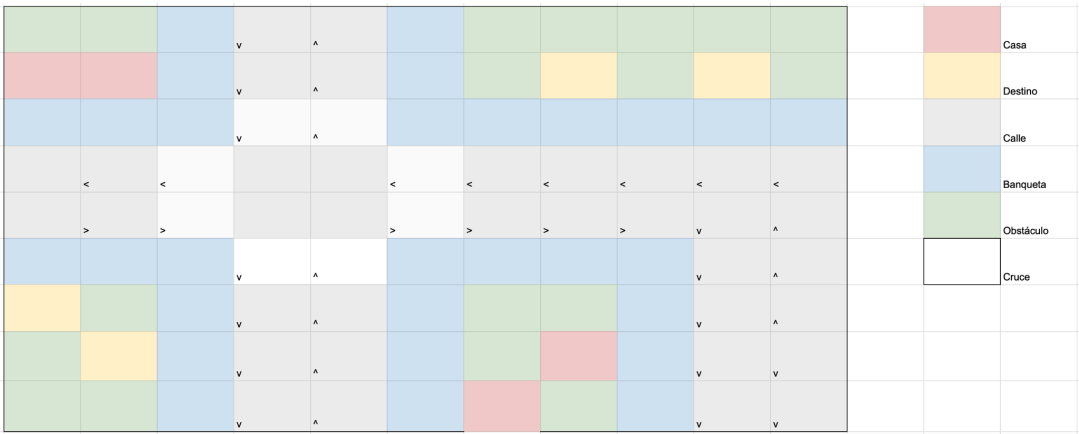


Imagen 4: Primera propuesta de la escena en 2 dimensiones.

#### Propuesta preliminar realizada con AgentPy

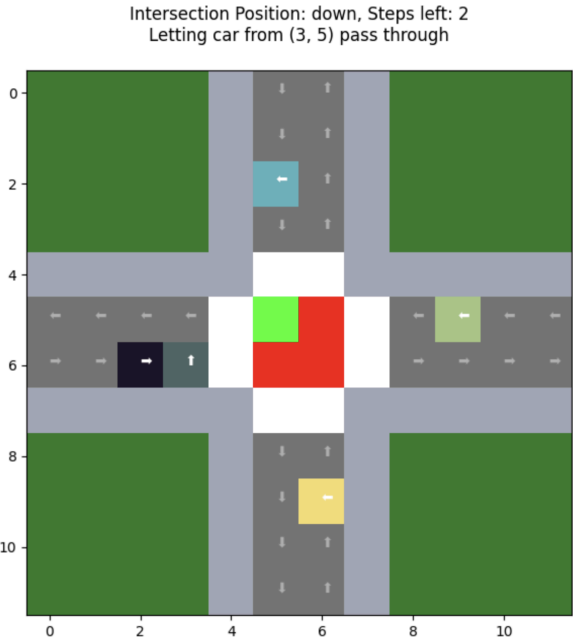
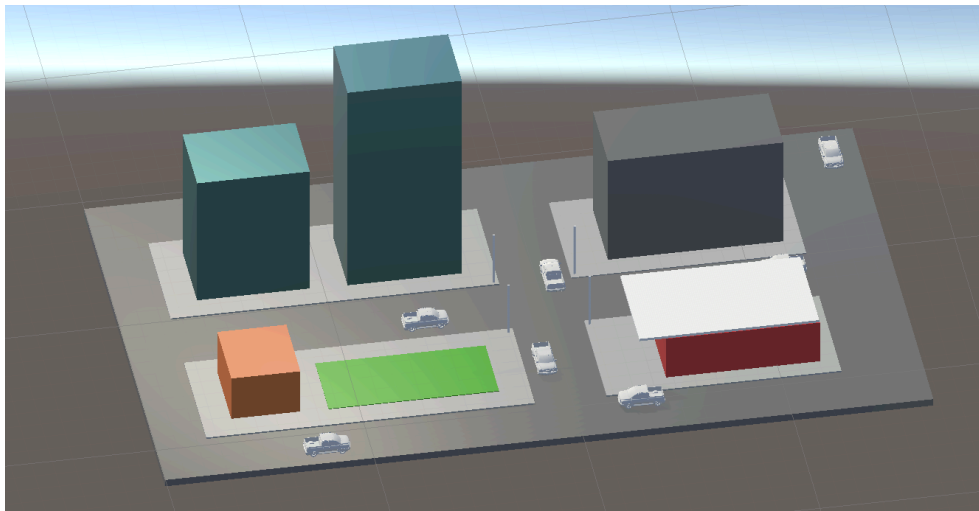


Imagen 5: Primera propuesta de la escena en 2 dimensiones.




Dentro de esta primera iteración, incluimos una sola intersección, controlada por un semáforo. Este ambiente es de tipo Torus de manera que los carros siguen circulando. Incluimos únicamente a los vehículos para esta demostración pero ya tenemos colocados los cruces peatonales, como se muestra en blanco. Cada uno de los 5 vehículos aparece y decide qué salida de la intersección va a tomar. Antes de chocar con un carro o entrar a la intersección, primero revisa que lo pueda hacer de manera segura (que no haya un carro en frente o que el semáforo esté en verde). El control del semáforo lo tenemos hecho por parte de un agente que se puede observar en color verde. Este agente de control, gira y espera 5 pasos en cada uno de los 4 espacios de la intersección, cambiando qué lado tiene el permiso de avanzar.

### Propuesta preliminar en Unity



**Imagen 6:** Diseño modelado en Unity.

## 8.2. Componentes gráficos

| Nombre | Descripción                             | Imagen   | Fuente  |
|--------|---|--|---|
| Carro  | Agente que se puede mover en las calles |  | <a href="https://fab.com/s/a1d1ad79cffe">https://fab.com/s/a1d1ad79cffe</a> |

## 8.3. Prefabs

Hasta el momento no hemos utilizado ningún prefab.

## 8.4. Scripts

Link de la simulación preliminar en AgentPy:

<https://colab.research.google.com/drive/1YfGgZ41HiJZx13s1l8Qke2vbWJmXQMqS?usp=sharing>

## 9. Entregables de administración del proyecto

| Title |   | ... | Assignees  | ... | Status | ... | Start date   | ... | End date     | ... |
|-------|---|-----|--|-----|--------|-----|--------------|-----|--------------|-----|
| 1     | 🔄 M5. Avance 2                                      |     |  Ale-Coeto, alonso284, and luis-amado | ▾   | Done   | ▾   | Jan 13, 2025 |     | Jan 27, 2025 |     |
| 2     | 🔄 Correcciones del primer avance                    |     |  alonso284                            | ▾   | Done   | ▾   | Jan 13, 2025 |     | Jan 15, 2025 |     |
| 3     | 🔄 Creación de un modelo preliminar en Unity         |     |  Ale-Coeto                            | ▾   | Done   | ▾   | Jan 23, 2025 |     | Jan 27, 2025 |     |
| 4     | 🔄 Creación de una simulación preliminar con AgentPy |     |  alonso284 and luis-amado             | ▾   | Done   | ▾   | Jan 20, 2025 |     | Jan 27, 2025 |     |
| 5     | 🔄 Ajustes a las acciones de los agentes y al modelo |     |  luis-amado                           | ▾   | Done   | ▾   | Jan 13, 2025 |     | Jan 17, 2025 |     |
| 6     | 🔄 Mejorar el diagrama de interacción                |     |  luis-amado                           | ▾   | Done   | ▾   | Jan 27, 2025 |     | Jan 27, 2025 |     |
| 7     | 🔄 Actualizar el diagrama de clases                  |     |  Ale-Coeto                            | ▾   | Done   | ▾   | Jan 27, 2025 |     | Jan 27, 2025 |     |
| 8     | 🔄 Crear un diagrama de estados para el semáforo     |     |  luis-amado                           | ▾   | Done   | ▾   | Jan 27, 2025 |     | Jan 27, 2025 |     |

[Liga de Github Project](#)